



Le Délai de Transposition Didactique (DTD) dans les Livres du Maître. Exemples en Biologie.

Pierre Clément

► To cite this version:

Pierre Clément. Le Délai de Transposition Didactique (DTD) dans les Livres du Maître. Exemples en Biologie.. Richard Etienne. 9ème Journée Pierre Guibbert : Manuels scolaires : livres du maître, de l'élève, des savoirs., Feb 2013, Montpellier, France. Université Montpellier 3, 26 p., 2013. <hal-01026097>

HAL Id: hal-01026097

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01026097>

Submitted on 19 Jul 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Clément P., 2013c - Le Délai de Transposition Didactique (DTD) dans les Livres du Maître. Exemples en Biologie. *9ème Journée Pierre Guibbert*, IUFM de Montpellier, 25 pp. http://www.fde.univ-montp2.fr/internet/site/cedrhe/jepg/modele/index.php?f=index?f=journee_p_guibbert

9ème Journée Pierre Guibbert
Manuels scolaires : livres du maître, de l'élève, des savoirs...
mercredi 6 février 2013, IUFM de Montpellier

Table ronde. *Le livre du maître, objet ambigu et complexe, entre maître, élève et savoir.*

**Le Délai de Transposition Didactique (DTD) dans les Livres du Maître.
Exemples en Biologie.**

Pierre CLÉMENT

S2HEP, Université Lyon 1, Université de Lyon, France, Pierre.Clement@univ-lyon1.fr

Résumé : Le DTD (Délai de Transposition Didactique) mesure la durée qui sépare la publication d'une recherche et l'introduction des résultats de cette recherche dans les programmes ou manuels scolaires.

Dans certains domaines de la biologie, les connaissances se renouvellent vite, et il est intéressant d'analyser avec quel DTD ces renouvellements sont introduits dans l'enseignement. L'exemple choisi ici est la partie « *Unité et diversité des êtres humains* » dans les manuels SVT de 3^{ème}. Plusieurs indicateurs précis sont analysés (par exemple la présence de la notion de « *races humaines* »), montrant différents DTD selon les éditeurs. Dans l'ensemble, ces livres du professeur sont, chez le même éditeur, plus complets et actualisés que les manuels pour élèves ; mais ni l'un ni l'autre n'intègrent les recherches en didactique de la biologie dans le domaine ici concerné (génétique humaine).

En cycle 3, les connaissances scientifiques sont stabilisées et les recherches en didactique de la biologie sont largement présentes dans le livre du maître, mais avec des différences selon les éditeurs. Dans les quatre livres du maître analysés, la prise en compte des conceptions des élèves est fortement suggérée, mais encore dans la perspective de les considérer comme des erreurs à corriger. D'autres concepts sont absents (par exemple celui d'obstacles didactiques). L'exemple analysé ici est celui, classique, du « *Trajet des aliments dans notre corps* ».

Au delà de ces différences entre Primaire et Secondaire, et entre éditeurs, tous les livres du maître présentent des points communs : rassurer l'enseignant en lui donnant plus d'informations que le livre de l'élève n'en contient. Mais ce style informatif est souvent injonctif et plus rarement participatif à l'image des démarches expérimentales actives prônées pour ces enseignements scientifiques.

Mots-clés : Livres du maître – Manuels scolaires – SVT – Races humaines – Programme génétique – Jumeaux – Digestion – Excrétion – Conceptions – Obstacles – Styles pédagogiques – KVP – DTD -

1 – Introduction

1.1 – Transposition didactique et modèle KVP

Reprenant les travaux du sociologue Verret (1975), Chevallard (1985 / 1991) a défini la transposition didactique comme les transformations du « *savoir savant* » en « *savoir à enseigner* » puis finalement en « *savoir enseigné* ». Il a travaillé en didactique des mathématiques, mais ce concept a ensuite été repris dans les travaux de didactique de la plupart des disciplines scolaires.

Cependant, ce schéma en trois étapes a par la suite été complété sous plusieurs angles :

- La transposition de ce qui est à enseigner puis enseigné ne concerne pas que le savoir, mais aussi des valeurs (la morale laïque par exemple, mais aussi les valeurs sur lesquelles se fonde la science, etc.) et des pratiques (formation professionnelle des techniciens et médecins par exemple, mais aussi toutes les pratiques sociales citoyennes). Clément (2004, 2006, 2010) a ainsi proposé d'introduire les interactions KVP (connaissances, valeurs et pratiques) à tous les niveaux de la transposition didactique, depuis les références initiales, jusqu'à ce qui est enseigné (figure 1).
- Clément a aussi proposé que la transposition didactique comporte plus que trois étapes (figure 1), l'une d'elles concernant les manuels scolaires pour élèves. Nous nous proposons ici de considérer aussi les livres des maîtres comme une de ces étapes, complémentaire des manuels pour élèves.
- Enfin, contrairement à ce que proposait Chevallard dans sa perspective anthropologique (1991, 2007), une des approches de la transposition didactique peut aussi être d'analyser les conceptions des différents acteurs impliqués dans chaque étape de la transposition. Ainsi, une analyse critique du contenu de manuels scolaires permet d'identifier les conceptions des auteurs et éditeurs de chaque manuel, et de les analyser en tant qu'interactions possibles entre les trois pôles K, V et P (Clément 2008).

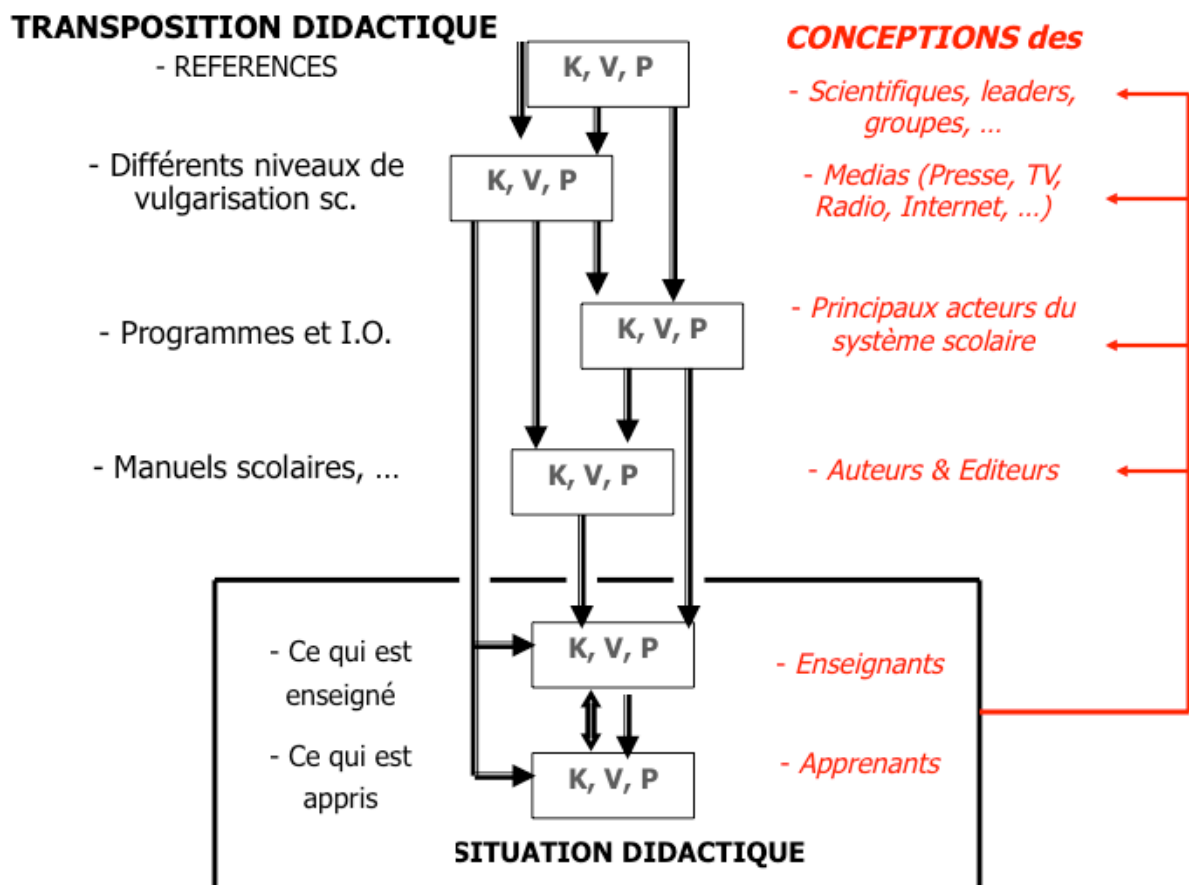


Figure 1 – La transposition didactique (d'après Clément 2010)

1.2 – Le Délai de la Transposition didactique (DTD)

Un autre concept a émergé plus récemment, celui de DTD (Délai de Transposition Didactique ou, en anglais “Didactic Transposition Delay” : Quessada & Clément 2007a). Nous l’avons défini à partir de nos travaux sur l’introduction de l’évolution darwinienne dans les programmes et manuels scolaires français (Quessada 2008, Quessada & Clément 2004, 2005, 2006, 2007a, 2007b) et l’avons utilisé ensuite, en particulier sur le même thème, pour analyser le DTD dans d’autres pays (Quessada et al. 2008, 2011, Quessada & Clément 2011, Clément et al. 2005).

Ainsi, par exemple, le DTD a été très long pour que l’approche évolutionniste supplante l’approche créationniste dans les programmes et manuels français : il a fallu attendre la 3^{ème} République, et le déclin de l’influence du paléontologue créationniste G. Cuvier. A l’inverse, aujourd’hui, l’engouement médiatique et populaire pour l’évolution humaine font que Toumaï ou *Homo floriensis* sont introduits au plus vite dans l’enseignement scolaire.

Le DTD est un concept intéressant car il montre qu’il ne suffit pas que les connaissances scientifiques se renouvellent, ce qui est fréquent en biologie, pour que les contenus scientifiques enseignés se renouvellent automatiquement. Il mesure des freins ou des facilitateurs de ce renouvellement : lorsque, pour le même thème, le DTD varie d’un pays à un autre, ou d’une période à une autre au sein du même pays, il peut être mis en relation avec des spécificités socioculturelles, ou politico-économiques, qui différencient ces pays ou ces époques. C’est donc un indicateur des interactions entre science (ici la science enseignée) et société.

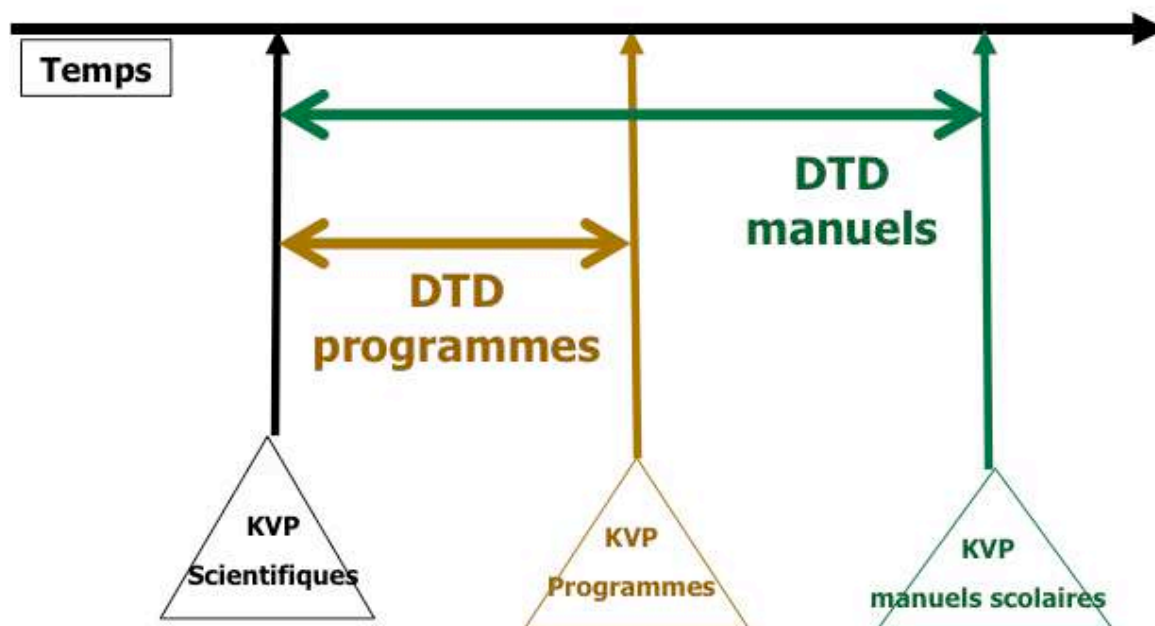


Figure 2 : Le Délai de Transposition Didactique (DTD) (d’après Quessada & Clément 2007)

Le DTD peut parfois différer entre les programmes et les manuels scolaires (Figure 2). En général, les manuels mettent en œuvre ce qui est préconisé dans les programmes, mais il peut arriver qu’ils soient plus rapides que les programmes, ou plus lents.

Une troisième catégorie de DTD peut être définie à partir de l’analyse des conceptions des enseignants, ou l’analyse de ce qu’ils enseignent : ils peuvent introduire des concepts qui ne sont pas encore ni dans les programmes ni dans les manuels, mais ils peuvent aussi être réticents à enseigner des connaissances nouvelles qui sont pourtant au programme.

Dans tous les cas qui viennent d'être cités, le DTD a été utilisé pour l'introduction de nouvelles connaissances scientifiques. Mais il peut aussi l'être pour mesurer l'introduction de nouvelles pratiques (l'utilisation des contraceptifs par exemple : Bernard et al 2006, 2008), ou de valeurs (sur l'égalité des genres, ou sur la disparition de la notion de « races humaines », ...). Qui plus est, le DTD n'a pas encore été utilisé pour analyser la possible mise en œuvre à l'école de résultats de recherches en pédagogie ou en didactique d'une discipline. Et les livres des maîtres n'ont pas, jusqu'ici, été analysés dans cette perspective. C'est cette double innovation que va tenter d'initier le présent texte.

1.3 – Les styles pédagogiques des manuels scolaires

Parmi tous les résultats des recherches récentes en didactique de la biologie, nous porterons ici une attention particulière aux styles pédagogiques identifiables dans les manuels scolaires. Le projet de recherche Biohead-Citizen (*Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship* : 2004-2008 : Carvalho et al 2008) a travaillé dans 19 pays pour analyser d'une part les programmes et manuels scolaires, d'autre part les conceptions d'enseignants, sur des questions vives relatives à la biologie : enseignement de l'évolution, du déterminisme biologique de traits humains, éducation à la santé, à la sexualité et à l'environnement. Pour effectuer une analyse critique des manuels scolaires, des grilles ont été construites pour chaque thème. Une partie commune à toutes les grilles concernait l'identification des styles pédagogiques. Ceux-ci ont été classés en quatre catégories :

(1) Uniquement informatif, quand le contenu se limite à exposer des connaissances, dont on peut par ailleurs mesurer le degré d'actualité en utilisant le DTD. Tous les manuels de biologie utilisent largement ce style, mais il peut être accompagné, à des degrés divers selon les manuels, de l'un ou plusieurs des trois styles suivants.

(2) Injonctif, quand il contient des consignes, des recommandations, par exemple d'hygiène, ou d'utilisation de supports techniques.

(3) Persuasif quand les connaissances présentées sont accompagnées de démonstrations, d'exercices ou autres activités qui apporteront les preuves du bienfondé des contenus enseignés.

(4) Participatif quand le style utilisé ouvre des questions sans imposer les réponses, favorisant des débats et enquêtes, proposant plusieurs alternatives, suscitant des recherches documentaires ou expérimentales pour que chaque élève argumente ses choix.

La récente tendance de focaliser l'enseignement sur l'acquisition de compétences plus que de seules connaissances devrait renforcer les deux derniers styles, et plus particulièrement le style participatif (Clément & Caravita 2011, pour l'éducation au développement durable).

Plusieurs recherches montrent que le dernier style est particulièrement intéressant pour acquérir non seulement des compétences de divers types mais aussi pour motiver les élèves à acquérir des connaissances nouvelles dont les enjeux leur apparaissent alors clairement, en particulier lorsque sont abordées des « *Questions Socialement Vives* » (Simonneaux, 2013 ; Simonneaux & Simonneaux, 2009) ou de façon plus générale des questions socio-scientifiques (« *Socio-Scientific Issues* » : Zeidler et al. 2005, 2009).

2 – Méthodologie

Nous avons limité nos analyses de livres des maîtres à deux thèmes de biologie : l'unité et diversité des êtres humains, thème qui correspond au titre de la Partie I des manuels scolaires SVT de 3^{ème} (fin du Collège) ; et le trajet des aliments chez l'Homme, thème introduit en Cycle 3 (CE2, CM1, CM2).

Dans le premier cas, les connaissances de génétique se sont renouvelées rapidement durant ces 15 dernières années, en particulier à la suite du séquençage de l'ADN humain, qui a largement contribué à changer notre conception du gène (Deutsch 2012). Le DTD relatif à ces nouvelles connaissances peut être évalué à travers un certain nombre d'indicateurs (Castéra et al. 2008, Clément 2013, Clément & Castéra 2007, 2013) : ces indicateurs seront présentés avec les résultats ; citons par exemple le nombre de gènes chez les êtres humains ; ou encore l'éventuelle persistance de l'usage de la notion de « *programme génétique* », suggérant que nos traits seraient uniquement programmés par nos gènes, et son remplacement par la notion « *d'information génétique* », plus neutre et plus scientifiquement exacte (Atlan 1999). Ces indicateurs nous ont permis d'analyser les manuels scolaires de biologie dans plusieurs pays (Castéra et al 2008, Agorram et al 2011), et de façon plus approfondie les manuels français (Abrougui 1997, Castéra 2010, Clément 2013)

De façon plus générale, nous analyserons, dans l'ensemble des livres du maître, l'existence ou non d'une transposition des recherches récentes en Didactique de la Biologie : recherches concernant l'un des deux thèmes (génétique humaine en 3^{ème}, le trajet des aliments en cycle 3), mais aussi recherches plus larges sur la façon d'améliorer l'enseignement de la biologie.

Dans les manuels du Cycle 3, ce sera même notre seule perspective, car les connaissances scientifiques enseignées à ce niveau sont largement stabilisées, et analyser leur DTD nécessiterait une approche historique qui n'est pas l'objet du présent travail. Pour le cycle 3, un seul exemple sera analysé : le trajet des aliments dans le corps humain, car c'est un exemple classique qui est souvent utilisé pour introduire des concepts importants de la didactique tels que les conceptions ou encore les obstacles épistémologiques ou didactiques (Clément et al 1981, 1983 ; Giordan & de Vecchi 1987, Astolfi et al 1997a, 1997b ; Clément 1991, 1998, 2003a, 2003b).

Chaque livre du maître est donc analysé en fonction d'indicateurs précis, répondant aux perspectives qui viennent d'être formulées.

Les livres du maître qui ont été analysés sont les suivants :

Sciences de la vie et de la Terre, SVT, 3^e (Collège) :

- **Bordas, Programme 2008** : C.Lireaux & R. Tavernier (dir.), V. Audibert, D. Baude, Y. Josserand, C. Lizeaux, C. Martinez, A. Narbonne, C. Peyridieu, S. Rabouin, M. Sautereau, R. Tavernier (auteurs) – ***Sciences de la Vie et de la Terre, 3^e, Livre du professeur.***
- **Hatier, 2008** : M. Dupuis (dir.), B. Bénard, J. Bergeron, E. Braun, T. Coince, M. Dupuis, J.-C ; Hervé, A. Hyon, D. Margerie, M. Margerie (auteurs), J.-C. Hervé (conseiller scientifique) - ***Sciences de la Vie et de la Terre, 3^e, Livre du professeur.***

Livres du maître, Sciences, Cycle 3 (CE2, CM1, CM2) :

- **Bordas, 2010, Programme 2008** : R. Tavernier (dir.), B.Calmettes, J. Lamarque, M. Margotin-Passat, M.-A. Pierrard, R. Tavernier (auteurs) – ***Sciences expérimentales et technologie, CM1-CM2 Cycle 3, Guide pédagogique***, R. Tavernier.
- **Hachette, 2010, Programmes 2008** : J. Guichard (dir.), L. David, M.-C. Decourchelle, F. Guichard, M. Lemaire (auteurs) – ***Sciences expérimentales et Technologie, CM (Cycle 3), Guide pédagogique***, Hachette Education.

- **Magnard, 2010** : J.-M. Rolando, P. Pommier, M.-L. Simonin, G. Simonin, J. Nomblot, J.-F. Laslaz, S. Combaluzier (auteurs) – *Sciences, Cycle 3, Guide du maître*.
- **Nathan, 2008, Programme 2008** : A. Giordan (dir.), M. Coquidé, A. Fauche, C. Garnier, A. Giordan, A. Lharidon, F. Pellaud (auteurs) – *Toutes les Sciences, Cycle 3 (CE2, CM1, CM2), Livre du maître*.

3 – Unité et diversité des êtres humains (Livre du professeur, SVT, classe de 3^{ème})

3-1. Le Bordas

La couverture est la même (images couleur, typographie, carton glacé) que celle du manuel pour élèves, rajoutant juste « *Livre du professeur* ». L'ensemble de ce livre est moins épais que le manuel pour élève (64 pages au total, dont 19 pour la partie 1 « *Diversité et unité des êtres humains* » contre 63 pages pour cette partie I dans le manuel pour élèves. Signalons au passage que le titre de cette partie 1 était, par erreur, « *êtres vivants* » au lieu de « *êtres humains* » dans le manuel pour élèves, erreur corrigée dans le livre du professeur. Ce dernier ne comporte aucune image, alors que les images occupent environ les 2/3 de la surface des pages du manuel pour élèves. Le texte y est plus dense, en plus petites lettres, sur deux colonnes, avec plusieurs tableaux : moins attractif et plus sérieux que pour les élèves.

Les pages 4 à 7 introduisent l'ensemble du livre, indiquant en quoi il concerne « *l'acquisition du socle commun de connaissances et de compétences* » (page 4), mais aussi qu'il « *participe à la validation du B2i (Brevet informatique et internet)* » (page 5). Sont ensuite présentés les objectifs et enjeux de ce programme (pages 6 et 7) : liens avec les différentes compétences de la classe de Troisième, conseils aux professeurs, ...

L'introduction de la partie 1 (pages 8 et 9) indique « *les objectifs généraux de cette partie 1* », en lien avec « *les objectifs du programme* » (page 8) puis présente en détail « *la correspondance entre le programme officiel et les chapitres du manuel* » : il est important de légitimer le contenu du manuel par rapport au programme officiel.

Sont ensuite introduits et commentés, successivement, les 4 chapitres de cette partie 2, avec 4 pages par chapitre. Chaque chapitre commente les « *Activités* » puis les « *Exercices* » : le livre du professeur introduit par une page chaque activité, avec toujours la même présentation et le même plan :

Un tableau de trois colonnes qui sont respectivement : « *Connaissances* » à gauche, « *Capacités déclinées dans une situation d'apprentissage* » au centre, et « *Activités proposées par le programme* » à droite. Suit le paragraphe 1 « *Les supports pédagogiques* », qui indique des références de multimédia et autre matériel ; puis « *2- Les intentions pédagogiques* » ; « *3 – Les pistes de travail* » ; et enfin un petit paragraphe « *Pour conclure* ».

Suit enfin une page avec les « *Corrigés des exercices* ».

Le style de l'ensemble est informatif, très affirmatif, sécurisant pour l'enseignant. Il est aussi participatif quand il donne des références de documents, matériel ou médias que l'enseignant peut consulter pour en savoir plus, ou pour avoir plus de supports d'enseignement.

Considérons à présent les quelques indicateurs qui nous ont permis de mesurer le DTD (Délai de Transposition Didactique) de ces connaissances dans les manuels pour élèves (Clément 2013).

- **Le nombre de gènes de l'espèce humaine** n'est pas du tout indiqué dans le manuel SVT 3^{ème} (élèves) publié par Bordas en 2008, ni dans celui publié en 2012 (toujours à partir des programmes 2008), alors que d'autres éditeurs incluent cette information dans les manuels élèves toujours en cours (et publiés en 2008 : Clément 2013). Il est ici remarquable que le livre du professeur indique cette information : page 16 : « *C'est aussi l'occasion d'évoquer le génome humain et de préciser qu'actuellement le nombre de gènes est de l'ordre de 20 000 à 25 000.* » C'est le chiffre publié en 2004 par les chercheurs, revoyant à la baisse la première estimation publiée en 2001 (25 000 à 38 000 gènes) qui elle-même était très inférieure à l'attente du projet Génome humain qui, dans les années 1970 / 1980 estimait à 100 000 voire 150 000 le nombre de nos gènes : à une époque où dominait encore « *l'ère du tout génétique* » (Atlan 1999). Le livre du professeur apporte donc ici, par rapport au manuel pour élèves, une information complémentaire intéressante et actualisée (DTD = 4 ans), mais de façon uniquement affirmative, informative, sans référence aux estimations antérieures, ni aux enjeux de tels chiffres qui ne permettent plus d'affirmer que chaque performance humaine serait déterminée génétiquement.
- **Les images de vrais jumeaux.** Les photos de couples de vrais jumeaux présentent, dans la grande majorité des manuels de biologie étudiés (Clément & Castéra 2007, 2013, Castéra et al 2008) une forte ressemblance non seulement des traits morphologiques, mais aussi des vêtements, coiffures et autres traits socioculturels, suggérant que ces derniers seraient déterminés génétiquement, ce qui est faux. Le manuel pour élèves Bordas SVT 3^{ème}, édition 2008 comme édition 2012, fait de même, avec deux photos de vrais jumeaux ayant exactement les mêmes vêtements, etc. (pages 42 et 53 en 2008, 44 et 54 en 2012). Le livre du professeur n'apporte aucun commentaire critique par rapport à ces images, évoquées pages 19 et 22 en indiquant qu'au « *même caryotype* » correspondent « *les mêmes caractères phénotypiques* ». Pourtant l'analyse critique de ces images avait déjà été publiée, non seulement par nous-mêmes (Clément & Castéra 2007) mais aussi par un remarquable numéro spécial du magazine « *Science & Avenir* » en déc. 2006 / janvier 2007, intitulé : « *L'énigme des vrais jumeaux : génétiquement identiques et pourtant si différents !* » avec comme sous-titre, en page de couverture : « *Arturas Petronis : Les différences entre individus ayant le même ADN enfin expliquées par l'épigénétique* ». Soulignée dès la publication des premiers résultats du projet Génome humain, en 2001, l'importance de l'épigénétique dans l'explication de nos phénotypes n'a fait que croître depuis (Wu & Morris 2001, Morange 2005) mais cette notion n'est toujours pas explicitement introduite dans les programmes et manuels scolaires français ; ni même donc dans le livre du professeur Bordas 2008. En ce qui concerne les photos de vrais jumeaux dans les manuels scolaires, les recherches des didacticiens de la biologie identifiant le message implicite de telles images, n'a toujours pas été pris en compte par les manuels pour élèves Bordas 2008 ni 2012.
- **La notion dépassée de « programme génétique ».** Dans son ouvrage sur « *la fin du tout génétique* », Henri Atlan (1999) conseille vivement d'abandonner la notion de « *programme génétique* » qui suggère un implicite innéiste selon lequel tous nos phénotypes seraient programmés dans nos gènes, pour la remplacer par « *information*

génétique », notion plus neutre et plus exacte sur le plan scientifique. Or, jusqu'à cette date, les termes « *programme génétique* » étaient présents plusieurs fois par page dans les chapitres de génétique humaine des manuels de biologie (Abrougui 1997, Abrougui & Clément 1997, Clément & Forissier 2001). Avec quel DTD la notion d'information génétique remplace-t-elle celle de programme génétique dans les manuels de biologie français ? L'analyse des manuels élèves les plus récents a montré que l'édition 2008 du Bordas comportait encore de nombreuses occurrences de « *programme génétique* », alors qu'il n'y en a plus une seule dans l'édition 2012 (Tableau 1). Le livre des professeurs, publié en 2008 peu après celui pour élèves (il n'y a pas de version 2012 du livre du professeur) est assez conforme à l'édition 2008 du manuel pour élèves (Tableau 1) avec à peu près autant d'occurrences de « *programme génétique* » que de « *information génétique* » (36 et 38, respectivement), et il ne fait aucun commentaire sur les problèmes soulevés par Atlan (1999) ou par nos propres travaux. Le DTD est donc plus long que 8 ans pour les éditions Bordas 2008, mais < 12 ans puisque l'édition élèves de 2012 supprime toute occurrence de « *programme génétique* » : peut-être après que certains auteurs du manuel ont pris connaissance de nos travaux au cours de conférences ou débats ?

Tableau 1 : Occurrences de « *programme génétique* » et de « *information génétique* » dans les manuels Bordas SVT de 3^{ème}

	Bordas 2008 (manuel élèves)		Bordas 2008 (livre du professeur)		Bordas 2012 (manuel élèves)	
	programme génétique	information génétique	programme génétique	information génétique	programme génétique	information génétique
Introduction Partie 1			9	10		
1 - Les caractères d'un individu et le programme génétique	43	9	18	0	0	40
2 – Chromosomes, gènes et information génétique	0	16	1	8	0	19
3 – Le même programme génétique dans toutes nos cellules	16	10	4	16	0	28
4 – L'information génétique transmise des parents aux enfants	7	10	4	4	0	17
Total	66	45	36	38	0	104

- **La notion de « races humaines ».** Sur les 6 éditeurs dont les manuels actuels (pour élèves) ont été analysés (Clément, 2013), seuls le Bordas et le Hachette mentionnent cette notion, de façon fort différente. Alors que le Hachette présente divers document pour susciter un débat, le Bordas est très affirmatif, indiquant (page 12 édition 2008, page 10 édition 2012) : « *Cependant, au sein de l'espèce humaine, les individus présentent des particularités, dites variations individuelles, qui permettent de les reconnaître. Ces variations, en particulier la couleur de la peau et les traits du visage, ont longtemps été reliés à la notion de « races humaines ». On sait aujourd'hui que cette notion n'a aucune réalité biologique : la couleur de la peau et les traits du visage sont des variations individuelles ni plus ni moins importantes que des centaines d'autres que l'on peut définir chez l'Homme. Tous les Hommes appartiennent à une seule et même espèce et*

la notion de race humaine est aujourd'hui une notion totalement dépassée. » Le livre du professeur adopte le même style affirmatif qui tente d'être persuasif par l'expression d'un argument (page 8 de ce livre) : « *En outre, il s'agit de montrer aux élèves que la notion de race n'a aucune réalité objective en leur faisant prendre conscience de la multiplicité des caractères qui peuvent différencier deux individus par rapport au petit nombre de ceux pris en compte pour définir les « types » humains.* » A cet égard, le livre du professeur ne complète guère le manuel pour élèves et, comme lui, il tente d'en rester à des connaissances objectives, en taisant tous les enjeux citoyens (valeurs et pratiques sociales) d'un débat sur le racisme et sur la notion de « *racess humaines* ».

3-2. Le Hatier

La présentation générale de ce livre est peu différente de celle du Bordas, légèrement plus austère par la couverture qui ne présente ni images ni couleurs. Après une « *Présentation du manuel* » (pages 4-8) puis des « *Intentions du programme et choix pédagogiques du manuel* » (pages 9-15), ce livre consacre 43 pages à la Partie 1 « *Diversité et unité des êtres humains* » (pages 17-60), alors que le Bordas n'en consacre que 19. La structuration de ces commentaires de la Partie 1 est très voisine de celle du Bordas, mais en plus long : par chapitre et, au sein de chaque chapitre, environ 2 pages par « *Activité* » puis 3 pages pour corriger les « *Exercices* ». Le tout est présenté sur deux colonnes dans chaque page, sans couleurs, uniquement en noir et blanc, mais ici avec de très rares schémas.

Cependant, au delà de ces ressemblances avec le Bordas, le plus grand nombre de pages s'accompagne d'une tendance différente, en apportant des informations qui ne sont pas contenues dans le manuel pour les élèves : soit par un paragraphe informatif sans références, soit, assez souvent, par un paragraphe qui cite l'auteur de ces informations et la date de leur publication, soit encore, assez régulièrement, en recommandant un dossier publié dont sont données les références, ou en indiquant des sites internet (ce dernier point existait aussi dans le Bordas).

Au style informatif qui reste dominant sont alors juxtaposés des styles persuasif et participatif. Les affirmations sont complétées par des suggestions : « *On peut s'interroger sur ...* », « *Pour vérifier cette hypothèse, ...* », « *Un bilan peut alors être effectué...* », « *La recherche peut se poursuivre, par exemple en s'interrogeant ...* » (pour ne citer que la page 48). Les exemples choisis dans le manuel sont justifiés, les codes couleur ou autres codes du manuel pour élèves le sont aussi. Et l'information est plus actualisée que dans le manuel pour les élèves.

Le livre du professeur a ainsi la fonction de permettre à l'enseignant d'en savoir plus et mieux que les élèves. Cette tendance était déjà présente dans le livre du professeur publié par Bordas, mais elle est ici plus clairement accentuée.

Autant le manuel pour élèves est fondé sur des images, qui occupent l'essentiel de la surface des pages et sont accompagnées de peu de texte, autant le livre du professeur est fondé sur du texte, avec peu ou pas d'images, apportant des explications, des compléments d'information et des suggestions d'activités. Limitons-nous à quelques exemples, ceux qui ont été analysés ci-dessus pour le Bordas.

Auparavant, citons ***le seul passage où l'on retrouve trace de recherches en didactique de la biologie***. Page 19, il est écrit : « *Il peut être intéressant de mobiliser les représentations initiales des élèves sur ce qui est transmis au cours de la reproduction sexuée (...). Certains élèves peuvent avoir des conceptions de l'hérédité voisines de celles qui supposèrent autrefois une préformation de l'embryon dans l'un ou l'autre des gamètes, ou encore l'idée d'une*

hérédité par mélange, et non par juxtaposition, des caractéristiques des deux parents. Il peut donc être pertinent de recueillir leurs idées sur l'hérédité, puis de s'appuyer sur elles pour mieux réfuter les représentations considérées aujourd'hui comme scientifiquement fausses. »

Ces recherches de didacticiens de la biologie datent des années 1970 et 1980 : leurs auteurs ne sont pas cités mais on peut les reconnaître : elles ont par exemple été reprises dans plusieurs ouvrages, tels que celui de Giordan et de Vecchi (1987). De plus, ce sont les didacticiens de la biologie qui ont recommandé de prendre en compte les représentations des élèves, lors de la formation des enseignants en IUFM, ce qui a popularisé certains de leurs travaux, tels que ceux sur la reproduction sexuée : travaux qui font le lien entre les représentations initiales des élèves et les conceptions anciennes de biologistes. Le DTD est donc ici compris entre 20 et 30 ans. Mais il est étonnant que les recherches sur la didactique de la génétique, pourtant classiques elles aussi, n'aient pas été prises en compte dans ce livre du professeur (ni dans les autres consultés, ni dans les manuels SVT de 3^{ème} pour élèves, qui introduisent la génétique). L'ouvrage de Rumelhard (1986) est pourtant tout aussi ancien et porte sur les représentations de la génétique, et il a été suivi par bien d'autres travaux, dont les nôtres cités plus haut. De plus, dans cet exemple du livre du professeur, il est proposé que les représentations des élèves soient analysées comme « *scientifiquement fausses* », alors que les recherches en didactique de la biologie conseillent de les utiliser non pas pour les juger en tant qu'erreurs, mais pour identifier des obstacles épistémologiques, permettant de définir ensuite des stratégies pédagogiques adaptées (Astolfi et al 1997, Clément 1998).

Examinons à présent les quatre indicateurs pris en compte pour l'édition Bordas, prolongeant donc nos propres recherches dans ce domaine.

- **Le nombre de gènes de l'espèce humaine** n'est indiqué que très rapidement dans le manuel pour élèves (Clément 2013) : page 37 : « *Nous possédons environ 30 000 gènes, dont le nombre varie selon les chromosomes* ». C'est le nombre indiqué par les premières publications (2001) des résultats du Projet « *Génome humain* », qui a fait grand bruit car initialement les chercheurs attendaient plus de 100 000 gènes. Or ce chiffre a ensuite (2004) été revu à la baisse : entre 20 000 et 25 000 gènes. Or c'est ce dernier chiffre qui est indiqué dans le livre du professeur, à l'occasion d'une « *Remarque* » de 17 lignes qui clôture l'Activité 2 du Chapitre 2 et donne donc au professeur des informations détaillées dont voici quelques extraits : « *Le Consortium international de séquençage du génome humain (IHGSC ou International Human Genome Sequencing Consortium) a publié en 2004, dans la revue Nature, une étude qui confirme l'existence de 19 599 gènes codant des protéines, et identifie 2 188 fragments d'ADN qui semblent être des gènes codant. Cette étude laisse penser que le nombre total de gènes humains, dont on ignore encore la fonction pour beaucoup d'entre eux, pourrait être inférieur à 25 000. Ce nombre (...)* ». Cet exemple illustre que ce livre du professeur est plus actualisé que le manuel pour élèves (DTD = 4 ans, alors que le DTD du manuel pour élèves était de 7 ans) et permet à l'enseignant d'être plus et mieux informé.
- **Les images de vrais jumeaux.** Dans le manuel pour élèves (2008, encore en cours d'utilisation), il y a une seule photo de vrais jumeaux, page 13, où on ne voit que le visage des deux jeunes filles vraies jumelles, sans savoir donc si elles portent ou non le même vêtement, alors que la photo d'à côté montre deux faux jumeaux, un garçon et une fille, qui ont quasiment le même vêtement. Il est donc possible de supposer que les auteurs du manuel ont tenu compte de nos travaux dans ce domaine, cités plus haut, ou du numéro spécial de Science & Avenir de décembre 2006 / janvier 2007, également cité plus haut. Mais aucun passage du livre du professeur n'explique si

c'est effectivement un choix délibéré. Le seul commentaire relatif à ces photos est en effet le suivant (page 19) : « ... les couples de jumeaux, dizygotes ou monozygotes, montrent que les ressemblances sont plus grandes dans ce dernier cas. »

- **La notion dépassée de « programme génétique ».** Le tableau 2 indique que, dans l'ensemble du livre du professeur, comparé au manuel pour élèves, il y a à peu près le même nombre d'occurrences de la notion « *information génétique* » (59 et 60), tandis que la notion « *programme génétique* » n'a pas disparu, et est 3 fois plus présente dans le livre du professeur que dans le manuel pour élèves (37 et 12). La recommandation d'Atlan (1999) n'a donc pas été prise en compte par les auteurs de ces ouvrages : DTD > 9ans. Cependant, de façon plus générale, au delà de cet indicateur précis, l'implicite innéiste véhiculé par l'expression « *programme génétique* » tend à s'estomper dans le livre du professeur. L'importance de l'environnement dans nos caractéristiques phénotypiques y est en effet soulignée, mais encore trop souvent sous la forme d'un modèle additif : par exemple (page 10), la couleur de la peau est évoquée pour « *discuter de la part de l'hérédité et de la part de l'environnement dans la réalisation de l'état d'un caractère* ». Or cette notion de « *part* », de pourcentage de l'une ou de l'autre, n'a aucun sens quand il y a interaction entre deux parties (Jacquard 1972, Jacquard & Kahn 2001) : mais les manuels, ainsi que les enseignants, continuent souvent à raisonner selon ce modèle additif, avec difficulté pour le remplacer par le modèle interactif (Forissier & Clément 2003). Notons cependant que plusieurs passages du livre du professeur introduisent (sans le nommer) ce modèle interactif. Limitons nous à un exemple : le test du Guthrie est pratiqué actuellement sur chaque nouveau-né, et permet entre autres d'identifier s'il est ou non atteint d'une mutation génétique, l'acétylphétonurie qui, auparavant, provoquait une maladie génétique, l'idiotie phénylcétonurique. Or cette détection permet désormais d'éviter toute maladie, par une diète précise jusqu'à l'âge adulte. Cette interaction entre gènes et environnement est classique (Jacquard 1972) et est prise comme exemple dans le livre du professeur (page 52) : « *L'exemple de cette maladie illustre aussi le fait qu'un caractère héréditaire peut être modifié par un facteur de l'environnement* ». Alors que cette interaction n'est pas mentionnée du tout dans les deux pages que le manuel pour élèves consacre au test de Guthrie (pages 76 & 77). Le livre du professeur ouvre donc à l'enseignant des perspectives qui vont au delà du contenu du manuel pour élèves, pour aborder ce cas exemplaire d'une interaction entre influences génétique et environnementale.

Tableau 2 : Occurrences de « *programme génétique* » et de « *information génétique* » dans les manuels SVT de 3^{ème} (éditions Hatier), Partie 1 « *Diversité et unité des êtres humains* »

Occurrences de	Manuel Hatier pour élèves	Livre du professeur (Hatier)
« programme génétique »	12	37
« information génétique »	60	59

- **La notion de « races humaines ».** Elle n'est présentée ni discutée ni dans le manuel Hatier pour élèves (Clément 2013), ni dans le livre pour professeur. Ces ouvrages sont centrées sur des connaissances scientifiques, articulées à des pratiques pédagogiques, mais n'abordent pas les interactions possible entre ces connaissances et des valeurs, ni des pratiques sociales citoyennes (modèle KVP), alors que les thèmes traités s'y prêteraient bien.

3-3. Bilan pour le thème « Unité et diversité des êtres humains » en classe de 3^{ème}.

Le livre du professeur, plus austère que le manuel correspondant destiné aux élèves, en est un complément qui cherche avant tout à rassurer l'enseignant, en lui expliquant les choix faits dans le manuel, en indiquant des sites où sont consultables des documents, et en donnant les réponses aux questions posées dans les exercices. Dans certains cas, en particulier ici dans le livre du professeur édité par Hatier, il y a des informations plus complètes et plus actualisées que ce qui est présent dans le manuel pour élèves, ainsi que des suggestions d'activités, voire de débats, qui vont au delà du manuel pour élèves.

Dans le domaine analysé ici, concernant la génétique humaine, où les connaissances scientifiques se renouvellent rapidement, il était intéressant de **mesurer le DTD (Délai de Transposition Didactique) pour plusieurs connaissances scientifiques** que nous avons choisies comme autant d'indicateurs. Dans les deux éditions analysées, ce DTD s'est avéré assez court pour le nombre de gènes de l'espèce humaine, les résultats publiés en 2004 étant repris dans les deux livres du professeur (publiés en 2008). D'autres références citées pour d'autres contenus sont encore plus récentes (2006, voire janvier 2008), certaines seulement étant déjà dans les manuels pour élèves. Dans un cas (Hatier), le livre du professeur s'est clairement avéré être plus actualisé (référence de 2004, citée) que le manuel pour élèves (données datant de 2001, sans référence). En revanche, la recommandation de ne plus utiliser la notion de « *programme génétique* », exprimée par plusieurs auteurs à la fin du 20^{ème} siècle et clairement formulée par Atlan (1999) dans son ouvrage intitulé « *La fin du tout génétique* », cette recommandation n'était toujours pas prise en compte dans les ouvrages analysés publiés en 2008 (DTD > 9 ans). Elle est néanmoins très clairement prise en compte dans le manuel élèves publié par Bordas en 2012 (toujours à partir des programmes 2008, encore en vigueur ; il n'y a pas eu de livre du professeur publié depuis 2008).

Mais le DTD peut aussi être utilisé pour identifier si les recherches en didactique sont prises en compte dans les ouvrages analysés. Nous n'avons trouvé qu'un passage, dans l'édition Hatier du livre du professeur, faisant allusion à des recherches publiées dans les années 70 & 80 sur la reproduction sexuée : mais rien quant aux recherches, pourtant nombreuses, en didactique de la génétique. **Le DTD est donc beaucoup plus long que pour l'introduction de connaissances scientifiques nouvelles, ce qui témoigne du faible impact de nos recherches en didactique sur les auteurs et éditeurs de manuels et livres du professeur de collège.** A cet égard, la dernière partie du présent texte sera focalisée sur cette question, puisque des chercheurs en didactique de la biologie sont co-auteurs de plusieurs des livres du maître que nous allons à présent analyser, de façon plus succincte que pour les ouvrages SVT de 3^{ème}.

Auparavant, une dernière remarque : **les valeurs et les pratiques sociales citoyennes** sont largement sinon totalement absentes dans les ouvrages que nous venons d'analyser. Alors que le thème « Unité et diversité des êtres humains » s'y prête fortement, et devrait permettre d'ouvrir des débats sur des questions socialement vives comme les OGM ou la notion de « *races humaines* », ces questions sont notoirement absentes dans les manuels élèves comme dans les livres du professeur. Le petit paragraphe sur les « *races humaines* », présent dans l'édition Bordas, reste très affirmatif, comme s'il énonçait des connaissances scientifiques non discutables, et n'introduit pas de débat dans un style participatif qui serait ici très adapté à de telles questions.

4 – La place des recherches en didactique dans les livres du maître, Sciences, Cycle 3 : Exemple du trajet des aliments

Les connaissances scientifiques enseignées dans le Cycle 3 sont stabilisées depuis longtemps, et consensuelles dans la communauté scientifique : contrairement au thème précédent sur la génétique humaine, il n'est donc pas utile d'analyser le DTD de leur introduction dans les manuels et livres du maître actuellement en service (datés de 2008 à 2010, sur les programmes de 2008)¹. En revanche, les travaux de didactique de la biologie sont plus récents, datant pour la plupart des années 1980 à nos jours. Il était donc intéressant d'analyser jusqu'à quel point les résultats de ces recherches sont pris en compte dans ces manuels et dans les livres du maître qui leur correspondent.

Le choix des livres du maître analysés a été effectué dans cette perspective, en sélectionnant, parmi les livres de maître disponibles à la bibliothèque de l'IUFM / ESPE de Nîmes quatre éditeurs : deux qui ont confié la direction de ces ouvrages à un didacticien de la biologie et où les co-auteurs comprennent plusieurs chercheurs connus en didactique de la biologie (Nathan et Hachette) et deux où les co-auteurs ne sont pas des chercheurs connus en didactique de la biologie (ce qui ne signifie pas qu'ils n'ont pas de compétence dans ce domaine).

Parmi ces quatre « *Livres du maître* » sélectionnés, seul le Nathan 2008 s'intitule ainsi, les autres ayant pour titre « *Guide pédagogique* » (Bordas, Hachette) ou « *Guide du maître* » (Magnard). Mis à part cet intitulé, leur couverture reprend totalement, dans les quatre cas, celle du manuel pour élèves : mêmes images en couleur sur carton glacé, même typographie.

4-1. Nathan 2008, programme 2008 : Livre du maître, Toutes les Sciences, Cycle 3

Il comprend 160 pages, structurées en 10 parties dont 7 regroupent 50 chapitres de 2 pages chacun :

- Les trois premières parties introduisent l'ensemble de l'ouvrage. La première (« *Des théories pour une pratique* », pages 5 à 16) est signée par André Giordan. La seconde (« *Le manuel en classe* », page 17 à 21) introduit le sommaire et les parcours suggérés pour, respectivement, CE2, CM1 et CM2. La troisième (« *Introduction : Les sciences à l'école* », pages 22 à 29) regroupe les trois premiers chapitres.
- Les six parties suivantes contiennent les 47 autres chapitres, sous les titres respectifs de : « *Le ciel et la Terre* » (8 chapitres); « *La matière* » (6 chapitres); « *L'énergie et le développement durable* » (6 chapitres); « *Le vivant et son environnement* » (11 chapitres); « *Le corps humain et la santé* » (10 chapitres); et « *Les objets techniques* » (6 chapitres). Chaque chapitre de deux pages a un titre qui correspond toujours à une question. Chaque partie se termine en outre par deux pages intitulées « *Lire en sciences* ».
- La dernière partie (pages 137 à 160) rassemble des « *Tableaux et schémas à photocopier pour le cahier de l'élève* ».

Le premier commentaire est donc que, contrairement aux livres du professeur de 3^{ème}, les concepts et démarches de la didactique de la biologie sont ici largement présents. La notion de conceptions des élèves est largement introduite, et nombre de recommandations poussent les

¹ La façon dont le thème « le trajet des aliments dans ton corps » a été introduit et traité dans les manuels scolaires au cours du 20^{ème} siècle, a été analysée en France et au Portugal : Perrier 1997, Carvalho et al 2006.

enseignants à prendre en compte les conceptions des élèves. Ainsi, dans la première partie, cinq pages leur sont consacrées (p. 12 à 16) sous le double titre : « *Faire apprendre les sciences, ou : Les conceptions, oui ! Mais qu'est-ce que j'en fais en classe ?* ». C'est une bonne présentation des tendances principales des recherches en didactique des sciences depuis les années 1980, en langage accessible pour les professeurs d'école, et avec des suggestions très pratiques, fonctionnelles.

Les spécialistes peuvent y noter cependant quelques approximations. Ainsi, page 13, il est écrit que l'analyse des conceptions peut se poursuivre ainsi : « (...) *on peut travailler sur les obstacles, ce que l'on nomme couramment les « erreurs ».* (...) ». Or l'identification d'obstacles épistémologiques (Bachelard 1938) ne se limite pas à l'identification d'erreurs. L'exemple du trajet de l'eau dans le corps l'illustre clairement : les élèves ont souvent tendance à dessiner une « *tuyauterie continue* »² entre la bouche et l'orifice urinaire : cette conception peut être analysée en tant qu'erreur (« *misconception* » en anglais), mais il est plus important d'identifier son origine : l'obstacle vient ici de la contradiction entre l'imperméabilité de la paroi des tuyaux que nous utilisons quotidiennement (l'eau entre par une extrémité, ressort par l'autre), et la perméabilité de la paroi de l'intestin, traversée par l'eau ingérée qui passe ainsi dans le sang : ce qui implique aussi la perméabilité des capillaires sanguins, puis des tubes du néphron dans le rein (production de l'urine). L'intérêt d'identifier cet obstacle qu'est la perméabilité d'une paroi, est d'imaginer ensuite des stratégies pédagogiques focalisées sur cet obstacle (Clément 1998, 2003a, 2003b).

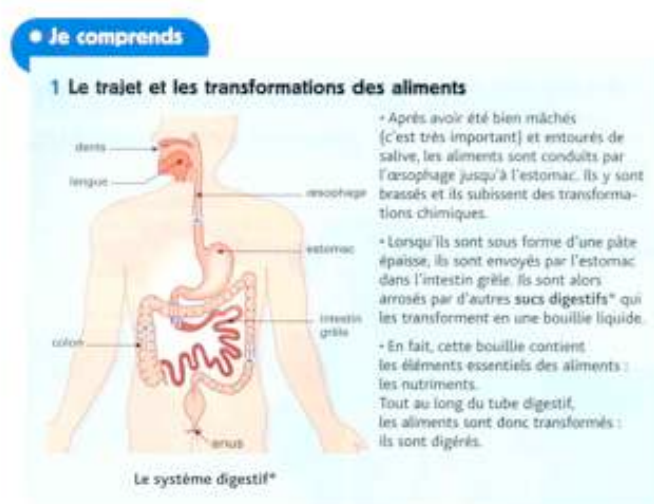
Or cette facette là des recherches en didactique n'est pas reprise dans le livre du maître Nathan 2008. Ainsi, page 36, sous le titre général fort intéressant « *Pourquoi mon pipi est-il jaune même si je bois de la menthe ?* », le paragraphe 3 (« *Par où passe l'eau dans ton corps ?* ») commente les schémas d'élèves du manuel pour élèves (Figure 1) en s'arrêtant à la notion de tuyauterie continue : « *Ces représentations erronées mettent l'accent sur l'obstacle principal rencontré par le élèves. Ceux-ci ont une conception directe du passage des boissons dans le corps : l'eau entre et sort.* » Mais l'obstacle de la perméabilité de la paroi n'est pas explicitement identifié. Le commentaire qui suit est : « *Dans ce cas, il faut convaincre les élèves que l'eau entre dans le sang et ensuite que le sang est épuré par les reins pour « fabriquer » l'urine. Comme il n'est pas possible de les convaincre par une expérience sur ce plan (...) seul un travail documentaire effectué pas à pas peut y parvenir.* ». Alors que l'identification plus précise de l'obstacle (la perméabilité d'une paroi) peut se prolonger par différentes approches expérimentales (tubes poreux, membranes perméables, ... : Clément 2003b). Ainsi une intention louable (travailler à partir des conceptions des élèves) est en partie inaboutie dans le livre du maître.

² L'expression « *tuyauterie continue* » a été introduite par Clément en 1991, et a ensuite été largement reprise par les didacticiens de la biologie.



Figure 1 : Extraits du manuel pour élèves Cycle 3 Sciences, édité par Nathan en 2008, pages 171

De plus, la notion d'« *obstacle didactique* » est absente dans ce livre du maître. Un obstacle épistémologique vient de la contradiction entre une connaissance scientifique (par exemple ici : une membrane peut être perméable, la paroi d'un tube aussi) et les connaissances issues de notre vie quotidienne (où la paroi des tuyaux que nous utilisons est imperméable). Un obstacle didactique vient de la contradiction entre une connaissance scientifique (ici la perméabilité de la paroi de l'intestin : le trajet des aliments digérés se termine dans le sang et par là dans tout le corps) et ce qui est présenté dans le manuel scolaire. Comme l'illustre la figure 2, le sang est absent dans le schéma du trajet des aliments, qui ne représente que le tube digestif, comme si la destination des aliments était l'anus. Or représenter le sang sur un schéma est possible : le même manuel représente très explicitement les liens entre appareils circulatoire et excréteur à propos de l'origine de l'urine (Figure 2). Cette différence entre appareil digestif (sans le sang) et appareil excréteur (avec le sang) se retrouve dans la plupart des manuels scolaires. L'absence de sang dans les schémas sur le trajet des aliments illustre ainsi un « *obstacle didactique* », qui a été clairement identifié dans les travaux déjà cités (Clément 1998, 2001, 2003a, 2003b).



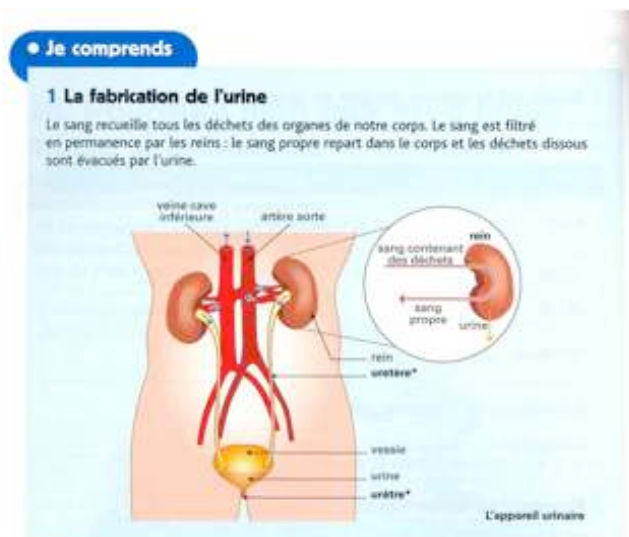


Figure 2 : Extraits du manuel pour élèves Cycle 3 Sciences, édité par Nathan en 2008. Alors que tous les aliments digérés passent dans le sang, ce sang n'est pas dessiné dans le trajet des aliments (schéma du haut). A contrario, il apparaît très explicitement pour « la fabrication de l'urine » (schéma du bas).

Brousseau a dès 1978 identifié trois types d'obstacles, en fonction de leur origine : « ontogénétique », « didactique » ou « épistémologique » (Brousseau 1978, 1998). Mais cette catégorisation n'a pas été reprise par les didacticiens de la biologie qui ont eu le plus d'influence sur la formation des enseignants (Giordan et de Vecchi 1987, Astolfi et Develay 1989, Astolfi et al 1997a). La notion d'obstacle didactique a en revanche été reprise par Clément (travaux cités plus haut), qui était inséré dans un laboratoire et DEA communs aux didactiques des sciences et des mathématiques à Lyon et Grenoble, fortement influencées par les travaux de Brousseau.

Ainsi, cette analyse du livre des maîtres Nathan 2008 met en évidence trois tendances quant au DTD relatif à l'introduction des recherches en Didactique de la Biologie :

- Ces recherches sont largement présentées dans le livre des maîtres, pour éclairer les choix effectués dans le manuel pour élèves. Nous avons développé ci-dessous l'introduction des notions de conceptions et d'obstacles, mais bien d'autres sont aussi présentes.
- Ces recherches sont présentées par des chercheurs en Didactique de la Biologie, qui diffusent donc ainsi les résultats de leurs propres travaux.
- Ce faisant, ces chercheurs ignorent les travaux réalisés par d'autres didacticiens, ne mentionnant pas certains concepts issus de la didactique des mathématiques (Brousseau 1978, 1998), comme la notion d'obstacles didactiques, notion qui s'est pourtant avérée très pertinents pour analyser l'exemple ici choisi : le trajet des aliments dans notre corps (Clément 1998 et travaux suivants).

4-2. Hachette, 2010, Programmes 2008 : Guide pédagogique, Sciences expérimentales et Technologie, CM Cycle 3

Coordonné par un autre universitaire chercheur en didactique de la biologie (en même temps qu'en muséologie des sciences : Jack Guichard), cet ouvrage de 144 pages diffère beaucoup du précédent par l'absence de la longue première partie qui introduisait explicitement et de façon très pédagogique, dans le Nathan, les perspectives ouvertes par les recherches en didactique de la biologie. Ici, l'avant-propos se limite à deux pages (p. 3 & 4) qui indiquent

les intentions de l'ouvrage. Les notions de didactique ne sont pas présentées, et juste signalées au passage en renvoyant au contenu ultérieur du guide : « (...) le guide propose des fiches de préparation précises et documentées, des informations scientifiques simples, les représentations et les obstacles à surmonter, et la documentation pour en savoir plus ... Ce guide induit une démarche active de découverte des sciences et des techniques (...) ».

Le trajet des aliments est abordé en deux pages (p.97 sauf le haut, p. 98 et haut de la p.99), sous le titre : « *Séquence pédagogique : Chapitre 30. Que devient la pomme que je mange ?* ». Les recherches en didactique sur les « *représentations initiales* » sont présentes, sous forme de consignes : « *Donner la consigne suivante : « Dessine et légende le trajet d'un morceau de pomme dans ton corps ». Conserver la trace écrite de ces représentations initiales pour mesurer leur évolution en fin d'apprentissage.* » Suit une liste de questions que l'enseignant peut poser, puis une incitation au débat : « *Sélectionner cinq ou six dessins des représentations initiales, les afficher, les comparer lors d'un débat. Noter (...).* » Suit une incitation à une mise en situation : « *Distribuer un morceau de pomme à chaque élève. Poser la question : (...).* »

Le style est donc clairement injonctif dans ces deux pages, comme dans l'ensemble de l'ouvrage. Le vocabulaire utilisé pour les notions de didactique (représentations initiales, erronées, ...) renvoie aux travaux des années 1980-1990. Rien cependant sur les obstacles, ni épistémologiques, ni didactiques. Les lectures suggérées de textes historiques sur la digestion chimique (Spallanzani et Réaumur) correspondent au travail de Sauvageot-Skibine (1991) (qui n'est pas cité, ce qui est la règle dans l'ensemble de l'ouvrage, et était déjà le cas dans le Nathan). Rien d'explicite sur la conception « *tuyauterie continue* ». C'est à l'enseignant de se débrouiller, guidé par le dernier des quatre objectifs annoncés : « *Identifier les liens de l'appareil digestif avec l'appareil circulatoire, l'appareil respiratoire et l'appareil excréteur* », et par les questions qu'il est proposé à l'enseignant de poser : « *A quoi sert la digestion ?* », « *Où va la bonne nourriture ? Où vont les déchets ?* ».

Au total, le DTD relatif aux recherches en didactique dans ce domaine est assez long, supérieur à 20 ans puisqu'il ignore les notions pourtant développées sur cet exemple après les années 1990, n'utilisant pas par exemple le terme « *conceptions* » qui a depuis supplanté celui de « *représentations* » (Giordan et al. 1994, même si les deux termes sont encore présentés de façon synonyme dans Astolfi et al. 1997a). De plus, c'est par un style injonctif, rappelant celui des recettes culinaires, que les auteurs de ce « *guide pédagogique* » conseillent aux enseignants de développer les démarches actives des élèves.

4-3. Bordas, 2010, Programme 2008 : Guide pédagogique Sciences expérimentales et technologie, CM1-CM2 Cycle 3

Coordonné par R. Tavernier, ce guide pédagogique de 104 pages présente quelques différences par rapport au guide précédent.

L'introduction générale contient quatre pages (p.9 à 12) qui prennent en compte plusieurs résultats des recherches en didactique des sciences (sans les citer, ce qui est la règle pour les différents livres du maître analysés ici), sous le titre « *L'enseignement scientifique et la démarche d'investigation* », démarche privilégiée dans les programmes 2008. En nous limitant aux notions évoquées dans les lignes qui précèdent, citons par exemple, page 9, le début du paragraphe 2 (intitulé : « *Le recueil des conceptions premières et la formulation du problème* ») : « *Dans cette étape, l'enseignant favorise au maximum l'expression par les enfants de leurs représentations mentales (ou conceptions premières). Pour cela, il utilise les moyens les mieux adaptées : (...).* ».

Ce point est repris et explicité dans le diagramme qui, sur toute la page 11, présente la démarche d'investigation : « *Recueil des conceptions premières et formulation du problème* :

- *Les élèves expriment par écrit et/ou oralement leurs représentations à ce stade de l'étude.*
- *La mise en commun des représentations fait apparaître des divergences. Ce débat, organisé par l'enseignant, permet de sélectionner un problème scientifique.* »

Le style est ici un peu moins injonctif que dans le guide pédagogique du Hachette, et introduit plus des démarches participatives.

Par ailleurs, l'expression montre que ce texte n'émane pas d'un chercheur en didactique des sciences, qui saurait qu'on ne « *recueille* » pas des conceptions, mais des indices (dessins, textes, ...) à partir desquels l'enseignant (ou le chercheur, ou les élèves eux-mêmes) identifie les différentes conceptions en présence. Il n'en demeure pas moins que la démarche de prise en compte des conceptions des élèves, prônée par les recherches en didactique, est ici centrale.

Le thème précis « *Le chemin des aliments dans ton corps* » occupe les pages 44 et 45 du livre de l'élève, avec essentiellement des images (plus des 2/3 de la surface de ces deux pages) et quelques phrases qui témoignent d'un style qui, selon les passages, est informatif, ou persuasif ou encore participatif. Dans ce dernier cas est la demande faite aux élèves de critiquer deux dessins d'élèves (figure 3). Cependant, les schémas du trajet des aliments dans le corps d'un jeune garçon est le même que celui déjà critiqué par Clément (2001, 2003) dans les éditions précédentes du Bordas : la pomme croquée (qui connote une référence biblique ; l'exemple de la pomme était aussi privilégié dans le Hachette) parcourt le tube digestif jusqu'à l'anus : le sang n'est dessiné nulle part. Il y a donc une erreur scientifique persistante, car ce n'est pas le chemin d'un aliment qui est dessiné, mais le chemin (depuis la bouche jusqu'à l'anus) de ce qui n'est pas digéré, le pépin de pomme par exemple, mais pas sa chair !

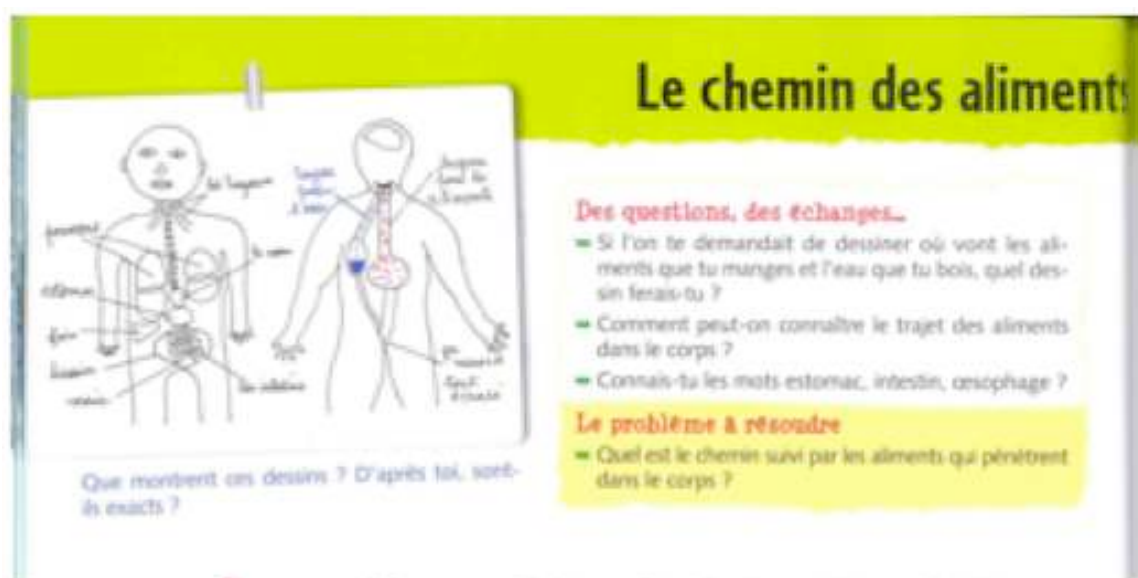


Figure 3 : Extrait du manuel pour élèves Bordas 2008, Sciences Cycle 3, haut de la page 44.

Que dit le guide pédagogique sur ce thème ? Il y consacre une page entière (p. 33), sans image, c'est à dire avec beaucoup plus de textes que dans le manuel pour élèves. Dans le paragraphe C (« *Pour dégager le problème à résoudre* »), il est indiqué : « *Avant d'étudier cette double page (du manuel élèves), il est intéressant de connaître les représentations des élèves sur le trajet que suivent les aliments dans le corps. Les dessins réalisés pourront être*

repris à la fin de l'étude et « corrigés » en fonction des nouvelles connaissances acquises. Les dessins présentés en haut de la page 44 du livre de l'élève ont été réalisés par des élèves. Ils montrent plusieurs erreurs. » Ces erreurs sont ensuite décortiquées sur 18 lignes, avec la conclusion « (...) mais l'idée d'absorption des aliments semble inconnue. »

Là encore, comme dans les livres du maître précédents, il y a trace des recherches en didactique de la biologie, mais uniquement de celles datant des années 1980, considérant les « représentations » des élèves comme des erreurs à corriger. Aucun essai d'identifier un obstacle épistémologique. Quant aux obstacles didactiques, il sont si peu identifiés que les images des éditions précédentes ont été reproduites sans changement dans le livre de l'élève.

4-4. Magnard, 2010, Programme 2008 : Guide du maître, Sciences, Cycle 3

Cet ouvrage de 312 pages est nettement plus épais que les précédents. Les 3 dernières pages sont des silhouettes humaines à photocopier pour « *Recueillir les conceptions* » des élèves. Nous avons déjà remarqué qu'une telle expression ne peut venir de chercheurs en didactique de la biologie et, effectivement, aucun des auteurs de l'ouvrage n'en est.

Les recherches dans ce domaine sont pourtant clairement présentes dans ce guide du maître, et sont même ici explicitement référencées, page 13 : « *Bibliographie générale : pour aller plus loin* ». Sont cités et commentés chacun en quelques lignes les ouvrages suivants :

- Astolfi J.-P., 1998 – Comment les enfants apprennent les sciences ?, Paris : Retz
- De Vecchi G. & Giordan A., 2002 (nouvelle éd.) – L'enseignement scientifique : comment faire pour que ça marche ?, Paris : Delagrave
- Guichard J., 1998 – Observer pour comprendre les Sciences de la Vie et de la Terre, Paris : Hachette

Nous retrouvons donc ici de façon explicite les travaux de didactique de la biologie qui ont sans doute aussi servi de références aux autres livres du maître que nous venons de commenter. Le DTD est donc facile à calculer : l'ouvrage date de 2010, la plupart des références de 1998 : soit un DTD de 12 ans. Celui-ci semble plus court pour le de Vecchi et Giordan, republié en 2002, qui reprend cependant une édition bien antérieure.

Cette bibliographie, qui liste aussi des sites internet, termine le premier chapitre (« *Des Sciences, selon quelles démarches ?* », pages 6 à 13) de la première partie du guide (« *Pour une pratique régulière des sciences* » pages 5 à 24). Le second chapitre de cette partie s'intitule « *Des outils pour intégrer activités scientifiques et langagières* » (pages 14 à 24).

Ce chapitre 1 présente les perspectives ouvertes par les recherches en didactique de la biologie. Ainsi, page 9, sous le titre « *Apprentissages scientifiques : tendances actuelles* », on peut lire : « (...) De nombreux travaux se sont intéressés à la logique de fonctionnement d'un élève en train d'apprendre. Ils ont montré que le système cognitif dispose d'une logique propre, très différente de la logique savante, qui, souvent, fonctionne en parallèles avec l'enseignement dispensé. Ce sont ces fameuses conceptions, que chaque enseignant attentif a déjà rencontrées, et dont les chercheurs ont montré qu'elles se manifestent souvent avec une régularité édifiante et récurrente de l'école à l'université !

Même si elles sont parfois très fortes, ces conceptions ne doivent pas décourager les enseignants, car dépasser des obstacles est le propre de tout apprentissage : (...) ».

Et le premier « *exemple de conception* » indiqué (haut page 8, dans « *l'encadré pédagogique Pour ne pas confondre hypothèse et conception* ») est celui du trajet des aliments : « *Exemple de conception : le tube digestif est souvent imaginé par les élèves comme formé de deux tuyaux, l'un pour les solides, l'autre pour les liquides (voir pages 191 et suivantes) ».*

Le chapitre qui aborde cette question regroupe de façon intéressante « *Mouvements, alimentation, digestion* » : pages 191 à 216 du guide du maître, correspondant aux pages 116 à 127 du manuel pour élèves : donc plus de deux fois plus de pages pour le maître que pour l'élève 25 pp. contre 11 pp.). Deux « *enquêtes* » terminent ce chapitre, après avoir indiqué par l'étude des mouvements la nécessité de l'alimentation puis de la digestion : enquête 46 « *Où vont les aliments que je mange ?* » (pages 212 et 213) et enquête 47 « *Que deviennent les aliments ?* » (pages 214 à 216). La première se fonde sur l'observation de la dissection du tube digestif d'un lapin, la seconde sur l'observation de radiographies de la mâchoire humaine et d'autres organes du tube digestif. Il n'y a donc pas, dans ce guide du maître, de commentaire des conceptions suggérées page 8 de ce guide. L'accent est mis, dans ces cinq pages du guide, sur l'observation de l'anatomie du tube digestif, et l'observation de l'aspect des aliments ingérés tout au long de ce tube, jusqu'à devenir liquides dans l'intestin grêle. Il est alors uniquement énoncé que c'est ce liquide qui passe dans le sang. Cependant, dans le bas de la cinquième page, un paragraphe de six lignes intitulé « *Appréhender les notions de substance dissoute et d'absorption intestinale* » commente la « *question-défi : Comment faire passer un morceau de sucre à travers un filtre à café ?* » ; la solution est de « *dissoudre le sucre dans de l'eau* ». Et ce paragraphe se termine ainsi : « *Une nouvelle question est posée : En quoi cette expérience nous renseigne sur ce qui se passe dans l'intestin ?* » Cela doit permettre de souligner l'intérêt et les limites de cette modélisation. »

L'obstacle de la perméabilité d'une membrane, et de la paroi de l'intestin, est donc pris au sérieux, mais sans avoir été auparavant identifié à partir des conceptions de type tuyauterie continue qui se seraient dégagées de l'analyse des dessins des élèves.

5 - Conclusion générale

5-1. Le DTD relatif aux connaissances scientifiques.

Il n'a pu être mesuré que sur l'exemple pris en classe de 3^{ème} : l'introduction de la génétique humaine dans la partie « *Unité et diversité des êtres humains* ». Le DTD est assez court (7 ans) en ce qui concerne le nombre de gènes dans l'ADN humain, et plus court encore dans les livres du professeur (DTD < 4 ans). Il est en revanche plus long (> 9 ans) en ce qui concerne le remplacement de la notion de programme génétique par celle d'information génétique, avec des différences entre éditeurs, une forte tendance des livres du professeur à suivre le programme officiel, alors que le dernier manuel pour élèves publié (Bordas 2012) anticipe sur le programme officiel en supprimant totalement les occurrences de « *programme génétique* » : dans ce cas le DTDm (Délai de Transposition Didactique du manuel) est plus court que le DTDp (Délai de Transposition Didactique pour le programme).

Enfin, sur le troisième indicateur choisi, les photos de vrais jumeaux, le DTD semble plus long, les connaissances scientifiques interférant fortement avec les pratiques sociales (les parents mettent les mêmes vêtements à leurs vrais jumeaux, au moins dans les photos disponibles), ce qui sous-tend la persistance de valeurs innéistes alors que, pour les autres indicateurs choisis, ces valeurs ne semblent pas durablement freiner le renouvellement des connaissances scientifiques enseignées.

5-2. Le DTD relatif aux recherches en didactique de la biologie.

Les livres du professeur du collège (classe de 3^{ème}) ne font jamais, dans le chapitre de génétique humaine intitulé « *Unité et diversité des êtres humains* », référence à des recherches en didactique de la génétique. Ils n'évoquent jamais l'intérêt de travailler à partir des

conceptions des élèves dans ce domaine, alors que de nombreuses recherches en didactique de la génétique ont illustré l'intérêt d'une telle approche constructiviste, depuis l'ouvrage de Rumelhard (1986) et différents travaux ultérieurs, dont nos propres recherches en France et dans d'autres pays. Le DTD relatif à l'introduction de ces recherches dans les livres du professeur de 3^{ème} est donc très long : souhaitons qu'il ne se prolonge plus à l'avenir !

L'enjeu citoyen de ces connaissances de génétique humaine est peu ou pas abordé, alors qu'il concerne des pratiques sociales importantes (qu'il s'agisse des OGM ou de l'histoire du racisme), articulées sur des valeurs telles que l'égalité en droit de tous les êtres humains.

A contrario, tous les livres du maître analysés, relatifs à l'enseignement des sciences au Primaire, Cycle 3, accordent une place importante aux résultats des recherches en didactique de la biologie, en particulier à l'approche constructiviste basée sur la prise en compte des conceptions des élèves. C'est à cet égard un succès pour les recherches en didactique de la biologie, mais un succès qui n'est encore que partiel car les références de ces approches sont le plus souvent anciennes (travaux des années 1980 et 1990). Ce succès traduit l'introduction de la didactique de la biologie dans la formation des enseignants du primaire en IUFM et dans les concours de recrutement des professeurs d'école. Même après la raréfaction voire l'extinction de ce type de formation dans les années récentes, les manuels pour élèves et les guides pédagogiques pour enseignants du Cycle 3 maintiennent ces acquis, mais avec une certaine inertie qui empêche un renouvellement qui prendrait en compte les recherches plus récentes de didactique de la biologie.

Nos analyses des livres des maîtres pour le Cycle 3 se sont certes focalisées sur un seul exemple, les conceptions et obstacles relatifs au trajet des aliments dans notre corps : nous ne pouvons donc pas généraliser les conclusions qui s'en dégagent aux autres thèmes traités dans ces livres du maître. Mais nos conclusions suggèrent une difficile prise en compte des résultats qui n'ont pas été diffusés par des ouvrages utilisables lors de la formation des maîtres. Par ailleurs, quand des chercheurs en didactique sont co-auteurs de ces ouvrages, ils semblent ignorer des travaux qui ne sont pas issus de leurs propres recherches. La longueur des DTD que nous avons constatée traduit ces inerties ...

5-3. Les spécificités des livres du maître par rapport aux manuels pour élèves :

De façon générale, tous les livres du maître analysés tendent à rassurer l'enseignant, à lui expliquer en quoi le manuel pour élèves correspond au programme, à lui expliciter les objectifs du manuel pour élèves, les intentions des auteurs, les clés pour sa bonne utilisation en classe.

En classe de 3^{ème}, nous avons plusieurs fois signalé que le livre du professeur est plus actualisé, plus complet, que le livre de l'élève ; il donne souvent des références de sites ou documents pour en savoir plus sur le contenu scientifique enseigné : mais aucune de ces références ne concerne les recherches en didactique de la génétique.

En Cycle 3, la tendance est inverse : les livres du maître contiennent beaucoup d'informations qui sont absentes du livre de l'élève, et qui relèvent de recherches en didactique de la biologie. Cette tendance forte se retrouve dans les quatre livres du maître analysés, y compris quand aucun des co-auteurs n'est un chercheur en didactique. L'édition Hachette, pilotée par un professeur d'Université didacticien de la biologie, est celui des quatre livres analysés qui contient le moins de concepts et méthodes de didactique dans l'introduction générale du livre (mais il y en a ensuite pour chaque thème scientifique traité).

Paradoxalement, le guide pédagogique Hachette prône les pédagogies actives pour les démarches scientifiques en adoptant un style pédagogique presque exclusivement injonctif (consignes à l'impératif, ...), ce que certains enseignants apprécient sans doute.

Les autres livres du maître analysés mêlent le style parfois injonctif à des styles parfois informatif, parfois persuasif, plus rarement participatif. Le Nathan mêle ainsi questions impertinentes (et donc stimulantes, poussant à des participations actives) à des suggestions presque injonctives.

Espérons que les prochains livres du maître tenteront d'être plus encore en accord dans leur forme et leur contenu avec les démarches scientifiques d'investigation et de débat qu'ils prônent.

6 – Remerciements

Un grand merci à Marie-Pierre Quessada, directrice du site de Nîmes de l'IUFM de l'Académie de Montpellier : elle m'a stimulé pour que je me lance dans ce travail, m'a fourni les manuels élèves et livres du maître à analyser, et elle aurait beaucoup aimé avoir plus de temps pour participer à ce travail : ce que j'aurais aussi souhaité car collaborer avec elle est toujours source de plaisir et d'exigences intellectuelles renouvelées.

7 - Références

Abrougui, M. (1997). *La génétique humaine dans l'enseignement secondaire en France et en Tunisie*. Thèse Doctorat Université Lyon 1, Lyon, France.

Abrougui, M. & Clément P. (1997). Human genetic in French and Tunisian secondary school books: presentation of a school books analysis method. in H.Bayerhuber & F.Brinkman (eds) : *What - Why - How ? Research in didaktik of Biology* (ed. IPN - Materialien, Kiel). p.103-114.

Agorram, B., Caravita, S. Castéra, J., Clément, P., Khammar, F. & Selmaoui, S. (2011). Valeurs implicites dans l'enseignement de la génétique humaine dans les manuels scolaires de cinq pays riverains de la Méditerranée. *Tréma* (IUFM Montpellier, France), 35-36 (*Valeurs, représentations et stéréotypes dans les manuels scolaires de la Méditerranée*), p.9-20.

Astolfi, J.-P., 1998 – *Comment les enfants apprennent les sciences ?*, Paris : Retz

Astolfi, J.-P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y., Toussaint, J. (1997a). *Mots-clés de la didactique des sciences*. Paris – Bruxelles : De Boeck Université.

Astolfi, J.-P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y., Toussaint, J. (1997b). *Pratiques de formation en didactique des sciences*. Paris – Bruxelles : De Boeck Université.

Astolfi, J.P. & Develay, M. (1989). *La didactique des sciences*. Paris : PUF, Que sais-je ?

Atlan, H. (1999). *La fin du "tout génétique"*. Paris: INRA.

Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin.

Bernard S. & Clément P., 2005 – The Teaching of Human Reproduction and Sexuality in France since 1950. In Meeting IHPST, *Teaching and communicating science: What the history, philosophy and sociology of science can contribute :*
<http://www.ihpst2005.leeds.ac.uk/papers.htm>

- Bernard S., Clément P., Carvalho G., Alves G., Berger D., Thiaw M.S., Selmaoui S., Khzami S., Skujiene G., Abdelli S., Abrougui M., Calado F., Bogner F., Yammine A. (2008). Sexual transmitted diseases and control of reproduction in biology textbooks. A comparative analysis in 16 countries. *Science Education International*, 19, 2, p. 185-208.
- Brousseau, G. (1978). Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 4, 2, p ; 165-198.
- Brousseau G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Carvalho G.S., Silva R, Clément P. (2006). Historical analysis of Portuguese primary school textbooks (1920-2005) on the topic of digestion. *International Journal of Science Education*, 29, 2, p.173-193.
- Carvalho, G., Clément, P., Bogner, F., Caravita, S. (2008). *BIOHEAD-Citizen : Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship, Final Report*. Brussels : FP6, Priority 7, Project N° CITC-CT-2004-506015
- Castéra J. (2010). *Enjeux de l'enseignement de la génétique humaine. Ses représentations dans les manuels scolaires et chez les enseignants, dans 19 pays*. PhD thesis, Université Lyon 1.
- Castéra, J., Clément, P., Abrougui, M., Nisiforou, O., Valanides, N., Sarapuu, T., Turcinaciciene, J., Agorram, B., Calado, F., Bogner, F. & Carvalho, G. (2008). Genetic determinism in school textbooks: a comparative study conducted among sixteen countries. *Science Education International*, 19, 2, p. 163-184.
- Chevallard, Y. (1991). *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : La Pensée Sauvage (1^{ère} édition en 1985, revue et augmentée en 1991)
- Chevallard, Y. (2007). Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique. In L. Ruiz-Higueras, A. Estepa, & F. Javier García (Éd.), *Sociedad, Escuela y Matemáticas. Aportaciones de la Teoría Antropológica de la Didáctica*, Universidad de Jaén, pp. 705-746.
- Clément P. (1991). Sur la persistance d'une conception : la tuyauterie continue digestion-excrétion. *Aster*, 13, p.133-155.
- Clément P. (1998). La Biologie et sa Didactique. Dix ans de recherches. *Aster*, 27, p.57-93
- Clément, P. (2001). La recherche en Didactique de la Biologie. In *Didactique de la Biologie : recherches, innovations, formations*, Alger : ANEP, p.11-28.
- Clément, P. (2003a). Situated conceptions and obstacles. The example of digestion / excretion. in D.Psilos et al, *Science Education Research in the Knowledge-Based Society*, Kluwer Academic Publishers, p.89-98.
- Clément, P. (2003b). Didactique de la Biologie : les obstacles aux apprentissages. In G.Simoes de Carvalho et al, *Saberes e praticas na formacao de professores e educadores*. Ed. FCT Min. da Ciencia e do Ensino Superior (Portugal), p. 139-154.
- Clément, P. (2004). Science et idéologie : exemples en didactique et épistémologie de la biologie. Actes du Colloque *Sciences, médias et société*. ENS-LSH, p.53-69 <http://sciences-medias.ens-lsh.fr>
- Clément P. (2006). Didactic transposition and the KVP model : conceptions as interactions between scientific knowledge, values and social practices. *Proceedings of ESERA Summer School 2006*, IEC, Braga (Portugal), p.9-18.

- Clément, P. (2008). Relating to critical analysis of school science textbooks. *Science Education International*, 19, 2, p. 93-96.
- Clément, P. (2010). Conceptions, représentations sociales et modèle KVP. *Skholê (Univ. de Provence, IUFM)*, 16, p. 55-70.
- Clément, P. (2013). Unité et diversité des êtres humains dans les manuels scolaires SVT français, classe de 3^{ème}. In B. Maurer et al, *Images des migrants dans des manuels scolaires de pays méditerranéens*. Paris : L'Harmattan (en préparation), 21 pp.
- Clément P., Bernard S., Quessada M.P., Rogers C., Bruguière C. (2005). Different theoretical backgrounds for different didactical analyses of biology school textbooks. In R.Pinto & D.Couso (Eds), *Proceedings of the Fifth International Conference on Contributions of Research to Enhancing Students'Interests in Learning Science*, (p.1253-1256), Barcelona (Spain).
- Clément, P. & Caravita, S. (2011). Education pour le Développement Durable (EDD) et compétences des élèves dans l'enseignement secondaire – Rapport d'une étude commandée par l'UNESCO (88 pp.), Paris : UNESCO.
www.ensi.org/Publications/Publications-reports/
- Clément, P. & Castéra, J. (2007). L'actualité des images de vrais jumeaux dans les magazines de vulgarisation et dans les manuels scolaires. In A.Giordan, J.L.Martinand & E.Triquet, *Actes JIES* (éd. STEF-ENS Cachan), 27, 6 pp
- Clément, P. & Castéra, J. (2013). Multiple representations of human genetics in biology textbooks. In D.F. Treagust & C.-Y. Tsui (eds.), *Multiple Representations in Biological Education*. Springer, *Models and Modeling in Science Education*, 7 (pp.147-164), DOI 10.1007/978-94-007-4192-8_9, # Springer Science+Business Media B.V.
- Clément, P. & Forissier, T. (2001). L'identité biologique n'est pas que génétique : un défi pour un enseignement citoyen. Communication au Symposium BioEd 2000. *The challenge of the Next Century*, Paris, 15-18 May 2000, site web CBE : www.iubs.org/cbe/pdf/clement.pdf
- Clément, P., Serverin J.L. & Luciani A. (1981). Quelle digestion des représentations initiales dans la pratique pédagogique ? *Pédagogiques*, 1, 3, p.20-22.
- Clément, P., Serverin J.L. & Luciani, A. (1983). Les représentations en biologie et les objectifs de la pédagogie : digérer ou régurgiter ?. *Actes cinquièmes Journées internationales sur l'Éducation scientifique, J.I.E.S.*, 5, p. 453-460.
- Deutsch J. (2012). *Le gène. Un concept en évolution*. Paris : Le Seuil
- De Vecchi, G. & Giordan, A. (2002, nouvelle éd.). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que ça marche ?*, Paris : Delagrave
- Forissier T., Clément P., 2003 - Teaching "biological identity" as genome / environmental interactions. *Journal of Biological Education*, 37, 2, p.85-91
- Giordan, A., Girault, Y. & Clément, P. (dir.) (1994). *Conceptions et connaissances*. Berne : Peter Lang
- Giordan, A. & de Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir. Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Lausanne : Delachaux et Niestlé.
- Guichard J., 1998 – *Observer pour comprendre les Sciences de la Vie et de la Terre*, Paris : Hachette

- Jacquard, A. (1972). *Eloge de la différence: La génétique et les hommes*. Paris: Seuil.
- Jacquard, A., & Kahn, A. (2001). *L'avenir n'est pas écrit*. Paris: Bayard.
- Morange, M. (2005b). Quelle place pour l'épigénétique ? *Medecine/Science*, 21, 367-369.
- Perrier, M.-F. (1997). *L'évolution des images anatomiques dans les manuels de l'école élémentaire de la fin du 19^{ème} siècle à nos jours*. DEA Didactique des disciplines scientifiques, Univ.Lyon 1 (dir. : P.Clément).
- Quessada, M.P., 2008 - *L'enseignement des origines d'Homo sapiens, hier et aujourd'hui, en France et ailleurs : programmes, manuels scolaires, conceptions des enseignants*. Université Montpellier 2. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00353971/fr/>
- Quessada, M.P. & Clément P. (2004). Divin par l'esprit, singe par le corps ? La difficile place de l'homme dans la classification des êtres vivants aux 19^{ème} et 20^{ème} siècles. In *Actes des 26^{èmes} journées internationales de Chamonix JIES*, 2004, A. Giordan, J.L. Martinand et D. Raichvarg éditeurs, 6 pages
- Quessada, M.P. & Clément, P. (2005). An Epistemological Approach to French Syllabi on Human Origins During the 19th and 20th Centuries. In Meeting IHPST, *Teaching and communicating science: What the history, philosophy and sociology of science can contribute* : <http://www.ihpst2005.leeds.ac.uk/papers.htm>
- Quessada, M.P. & Clément, P. (2006). La transposition didactique de l'évolution humaine dans les manuels au 19^{ème} et 20^{ème} siècles : Entre trahison épistémologique, traduction de valeurs et création didactique. In R.Etienne et al, *Actes de la 2^o journée Paul Guibbert*, <http://recherche.univ-montp3.fr>,
- Quessada, M.P. & Clément, P. (2007a). An epistemological approach to French curricula on human origin during the 19th & 20th centuries. *Science & Education*, 16, 9-10, p.991-1006.
- Quessada, M.P. & Clément, P. (2007b). Les origines de l'homme dans les manuels scolaires français de sciences aux XIX^e et XX^e siècles : interactions entre connaissances, valeurs et contexte socioculturel. dans Lebrun J. (ed.), *Le manuel scolaire d'ici et d'ailleurs, d'hier à demain* . CD-Rom, Montréal : Presses de l'Université de Québec.
- Quessada, M.P. & Clément, P. (2011). The origin of humankind: a survey of school textbooks and teachers' conceptions in 14 countries. In A. Yarden & G.S. Carvalho (eds), *Authenticity in Biology Education. Benefits and Challenges*. ERIDOB & CIEC, Minho University, Braga (Portugal), p. 295-307.
- Quessada, M.P., Clément, P., Oerke, B., & Valente, A. (2008). Human evolution in science textbooks from twelve different countries. *Science Education International*, 19, 2, p.147-162.
- Quessada, M.P., Clément, P., Selmaoui, S., Valente, A. (2011). L'enseignement de l'évolution dans les manuels scolaires de huit pays riverains de la Méditerranée. *Tréma* (IUFM Montpellier, France), 35-36 (*Valeurs, représentations et stéréotypes dans les manuels scolaires de la Méditerranée*), p.21-34.
- Rumelhard, G. (1986). *La génétique et ses représentations*. Berne : Peter Lang
- Sauvageot-Skibine, M. (1991). La digestion au collège : transformation physique ou chimique ? *Aster*, 13, p.93-110.
- Simonneaux, L. (2013). *Questions Socialement Vives* and Socio-Scientific Issues: New Trends of Research to Meet the Training Needs of Post-Modern Society. In

- C.Bruguière, A.Tiberghien & P.Clément (eds.), *Topics and Trends in Current Science Education*, Springer : in press, 19 pp.
- Simonneaux, L. & Simonneaux J. (2009). Students' Socio-Scientific Reasoning on Controversies from the Viewpoint of Education for Sustainable Development. *Cultural Studies of Science Education*. 4(3), 657-687.
- Zeidler, D.L., Sadler, T.D., Simmons, M.L. & Howes, E.V. (2005). Beyond STS: A Research-Based Framework for Socio-Scientific Issues Education. *Science Education*, 89, 357-377.
- Zeidler, D.L., Sadler, T.D., Applebaum, S. & Callahan B.E. (2009): *Advancing Reflective Judgement through Socio-Scientific Issues*. Journal of Research in Science Teaching, 46(1), 74-101.
- Verret M., (1975). *Le temps des études*. Paris : Librairie Honoré Champion.
- Wu, C.T., & Morris, J. (2001). Genes, genetics, and epigenetics: A correspondence. *Science*, 293, 1103-1105.